Nuevas invitadas al banquete científico

QUE SON LAS CHAPERONAS



COMO SERA LA MOSCU CAPITALISTA

FUTURO

SOFTWARE DE ALGORITMOS GENETICOS

LOS EGIPCIOS CONOCIAN LA COCAINA

ENANOS Y DESCOLORIDOS

(Por Mónica Nembrot y Sergio A. Lozano) Parece ser que las últimas tendencias posmodernas descreen fervientemente de las plantas tradicionales —verdes y robustas— y se enrolan en el cultivo de plantas sin chaperonas: vegetales enanos y descoloridos constituyen el último grito de la moda. Pero antes de encarar la patriótica tarea de dejar un ceibo sin chaperoninas es conveniente —para simplificar el trabajo— elegir una hierba inglesa llamadas *arabidopsis* disponible, por supuesto, en cualquier vivero londinense y en la que los científicos de la Fundación para la Investigación Biológica Aplicada de Mar del Plata —ver nota central— tienen ya bastante experiencia.

Primero es necesario aislar en un tubo de ensayo el fragmento de material genético que guarda la información para sintetizar una chaperonina de *arabidopsis*. Luego basta con introducirlo en la semilla. Con sólo llegar a este paso, la planta que alguna vez verá la luz a partir de esa semilla será nada más y nada menos que una planta transgénica. Sin embargo, para obtener una planta sin chaperonas es necesario aún darle otra vuelta de tuerca como lo hicieron en la fundación marplatense. Estos investigadores idearon un suicidio amoroso aprovechándose de la buena costumbre del material genético de la célula de todo ser vivo —desde una bacteria hasta un hombre, pasando por plantas y animales— de andar por la vida en pareja: el ADN celular es la unión de dos longilíneos amantes que se complementan perfectamente y que sólo se separan cuando llega la hora de trabajar. Y este trabajo consiste en escribir una carta llamada *ARN mensajero* que viajará por la célula con la información necesaria para transformarse en una proteína. En la planta transgénica, como en cualquier hijo de vecino, entre tantas otras cartas existirá una para producir una chaperona. Pero la idea de los investigadores de la FIBA fue poner a escribir además al otro miembro de la pareja: así las cosas, el resultado es que ambas cartas serán tan complementarias entre sí como lo son aquellos que las escribieron. Pero todo terminará en suicidio: ambas se escribirán pero ninguna de las dos llegará a destino porque este tipo de romances está sólo permitido en el núcleo celular: la misma célula se encargará de "quemar" las cartas y la chaperona en cuestión nunca se fabricará. Mediante esta simple técnica casera es posible lucir en el living unas vistosas plantas enanas, descoloridas y deformes que florecerán tardíamente y que seguramente algún día pasarán todas estas virtudes a su descendencia.

Las PROTEI…

Por Sergio A. Lozano y Mónica Nembrot

A veces es indispensable calzarse los lentes reduccionistas para comprender. Por eso, para el positivismo científico extremo, un ser humano no es más que miles de millones de células que esconden en sus núcleos toda la información genética para sintetizar las proteínas que dan forma a su persona. En última instancia, y con los conocimientos del presente, con la unión de dos mitades de material genético de un padre y una madre verá la luz un hijo; a partir de ese cóctel de ADN que llevaría tan sólo información para sintetizar proteínas, ese bebé tomará teta, dirá ajó y después quizás, irá a la universidad a aprender y sorprenderse con que la información genética escrita en el ADN de todas y cada una de sus células enseña tan sólo a hacer proteínas y a poner gente en los laboratorios para estudiarlas.

Claro que todas estas explicaciones pueden creerse solamente en los pasillos de la facultad. El día que nace y comienza a crecer un hijo se comprueba científicamente que la magia existe y toda reducción de un ente vivo a secuencias de nucleótidos del ADN cae definitivamente en el descrédito. Pero aunque ya no se crea en eso, achicar la visión, continúa siendo un "negocio" porque permite abordar lo imposible. El método científico desde siempre, cuando las cosas le escapan a la explicación, establece límites para estudiar al menos algo de ese todo inabarcable: fabrica un modelo de laboratorio que, por lo menos, dé respuestas válidas para hoy. Porque la consigna es *mañana se verá*. Siempre hay tiempo —si se es lo suficientemente consciente— de ponerse más tarde unos lentes con un rango de visión más amplio. De ejemplos que validan estas palabras está llena la historia y seguramente también el futuro de la ciencia. Como ya es de público conocimiento, los científicos abocados al manejo del ADN abolieron la propiedad privada de los genes. Así las cosas, millones de bacterias se pasean orondas por los laboratorios de investigación con genes humanos a cuestas. Aunque claro que no por decisión propia sino con una utilidad específica: una bacteria con el gen humano de la insulina es una usina productora de vida para diabéticos. A partir de aquí todo parecía simple: con sólo aislar del enjambre de ADN celular humano el gen adecuado, bastaba con encajárselo a una bacteria para comenzar a producir cualquier proteína de interés médico y pasar a cobrar luego por ventanilla. Sin embargo, no es así. Pero para que alguien se dedicara a producir insulina humana en bacterias debió creer que toda la información para conformar la estructura espacial de una proteína —la insulina entre ellas— estaba la secuencia del gen que le daba origen. Debió comprar esa historia. Y aunque sirvió —y vaya cómo— este señor había comprado ficción. Aunque con la insulina la historia cierra, cuando se quiere avanzar más en la producción de proteínas humanas en el laboratorio, los lentes utilizados entonces se transforman en insuficientes.

Aunque a veces cueste imaginarlo a fuerza de la condena histórica de los libros de texto a las dos dimensiones, la vida dentro del hombre —al igual que afuera— transcurre bajo tres coordenadas. Por eso una proteína debe tomar una estructura espacial adecuada —al igual que se moldea una mano para aferrar un objeto— para poder cumplir el rol que le tocó jugar en la vida. La realidad tridimensional de las proteínas tiró por tierra a las "futuras insulinas". No alcanza con ensamblar los bloques constitutivos de las proteínas —los aminoácidos— para parirlas en el laboratorio porque la realidad celular es otra: una proteína para adquirir su estructura en tres dimensiones necesita la participación de otras proteínas "helpers" llamadas chaperonas. Estas damas de compañía se encargarían de "vestirla" para que pueda encarar el trabajo diario en la célula con éxito. Así, la aparición de las chaperominas en escena abrió la relación un gen —una proteína— a un triángulo amoroso que resulta indispensable para que la historia cierre. Para más datos, estos nuevos actores que no estaban en cartel cuando se miraba la "función insulina" con los lentes de entonces, no estarían destinados a un oscuro reparto: el estudio de las chaperonas demostró que se encuentran altamente conservadas durante la evolución, su estructura es muy similar en plantas, bacterias y animales y se piensa también que estarían involucradas en la replicación del ADN, el transporte de proteínas y las respuestas de las células al stress.

La que puso sobre la mesa lo que estaba escondido hasta entonces fue la rubisco, ribulosa bifosfato carboxilasa-oxigenasa en buen químico y primera enzima —proteína— del proceso de fotosíntesis. Mediante este



Programas basados en algoritmos genéticos

SOFTWARE AUTOSUFICIENTE

Por Lucas Guagnini

La velocidad con que computadoras nuevas suplantan a las de tecnología más atrasada continuamente es comparable, sin temor a exagerar, a la velocidad con que la realidad cotidiana nos bombardea con mensajes contradictorios. Pero es sólo una parte del área de computación la que se renueva con semejante espectacularidad constantemente, se trata del hardware, es decir los equipos. El software, o sea los programas, avanza a la retaguardia y sólo en la medida del aumento de posibilidades que brindan los nuevos equipos, pero pocas veces sorprende con el adelanto. Pero un gran salto en el software se viene anunciando en el ambiente de los computófilos desde hace algunos años, aunque hasta ahora todas habían sido promesas. Se trata de los programas que evolucionan solos en base a algoritmos genéticos y que además son adaptables a cualquier lenguaje y marca de computadora.

Con el comienzo de la aplicación de estos programas basados en algoritmos genéticos para utilizaciones concretas que se está produciendo el software da un enorme paso (equiparable al más significativo del hardware) y abre una nueva gama de posibilidades con respecto a cómo utilizar las computadoras.

Con ejemplos concretos sus atributos quedarán más claros: la primera aplicación concreta de un programa de este tipo es el desarrollo de turbinas para los jets más poderosos, rubro que consumió dos mil millones de dólares en la investigación durante los últimos cinco años. Originalmente estas turbinas se desarrollaban sin computadoras y para alcanzar un resultado satisfactorio a un ingeniero le llevaban más de ocho semanas de diseño manual. La dificultad del trabajo se debe a que por el tipo de construcción en cilindros de rotación independiente una turbina tiene más de cien variables a ser tomadas en cuenta, cada una de las cuales puede adquirir diferentes valores, además de las múltiples combinaciones entre ellas.

Con los programas convencionales de computación la tarea ya se hizo más llevadera, un ingeniero utilizando un sistema especial de diseño por computadora tarda apenas un día en obtener una turbina con el doble de mejoras que la diseñada a mano; pero a partir de cierto nivel de dificultad los programas convencionales dejan de dar respuestas. El "punto de estancamiento" en el desarrollo es cuando para avanzar deberían cotejarse los resultados del cambio de gran cantidad de variables simultáneamente. Aquí es donde entran a jugar los programas de algoritmos genéticos. Estos programas no se desarrollan internamente de manera lineal (a diferencia de los otros), sino que, metafóricamente hablando, son equiparables a un paisaje. En este paisaje se plantean varios problemas simultáneamente y se generan zonas en las cuales se avanza de distintas maneras hacia diferentes hipotéticas soluciones. Luego estas soluciones se cruzan, al igual que se cruzan las matrices en la genética, manteniendo como raíz la parte de cada matriz que haya demostrado mayor habilidad para resolver el problema original y obteniendo así una nueva posibilidad de solución más completa. En tres días un programa de algoritmos genéticos desarrolló una turbina tres veces superior a la original diseñada a mano y con un 50 por ciento de mejoras sobre la desarrollada por el sistema especializado.

Si bien en cantidad (apenas un 50 por ciento mejor, cuando antes ya se había mejorado en un ciento por ciento) los logros pueden parecer magros, en calidad lo obtenido con los programas de algoritmos genéticos sería inalcanzable con sistemas comunes.

¿Y cómo sabe la computadora con qué quedarse y qué desechar? Para resolver esto también se recurrió a un sistema originario de la genética: las matrices. En cada matriz se encuentra una serie de "reglas" básicas como "en caso de que pese más de 1200 kg no vuela" o "el plomo pesa por cantidad de kg por centímetro cuadrado". Luego, por combinación de las matrices, la computadora deduce hasta cuántos centímetros cuadrados de plomo puede contener la turbina para poder volar y así sucesivamente. Por supuesto que éste es un ejemplo ultrasimplificado y en la matriz del plomo entraría también su resistencia a la presión, sus capacidades aleatorias, su coeficiente de dilatación y tantas otras "reglas" al punto que los programas llegan a contener hasta ocho mil de estas matrices (que a su vez contienen hasta una cadena de reglas). La segunda flamante aplicación de otro programa basado en algoritmos genéticos (cada programa se diseña especialmente según su aplicación, aunque siempre con la misma lógica) está a punto de concretarse y será para un gasoducto gigante de los Estados Unidos que lleva gas natural del sudoeste al nordeste. La complejidad del sistema impedía hasta ahora que un programa común de computación lo controlase ya que al variar simultáneamente la demanda y la presión en varios puntos pero a niveles siempre distintos ninguna lógica analítica podía prever los pasos a seguir. Hasta el momento el sistema es manejado por humanos las veinticuatro horas, quienes resuelven los problemas que se van planteando por medio de compresores para agregar presión y válvulas para regular el paso del gas. Aparentemente el manejo quedará pronto en manos del programa de algoritmos genéticos desarrollado por David Goldberg de la Universidad de Illinois, que no solo prevé y resuelve satisfactoriamente los cambios de presión debido a variaciones de demanda, sino que en una prueba se demostró capaz de desarrollar soluciones para pérdidas accidentales en la tubería.

Por último, un programa de similares características ya está siendo probado para diseñar redes de telecomunicaciones, teniendo como ventaja fundamental que aumenta el número de potenciales datos a transmitir, y reduce la cantidad de líneas y chips necesarios para hacerlo. Pero algo más increíble que todas estas nuevas posibilidades es lo que les sucedió a los científicos observando cómo estos programas desarrollaban soluciones para problemas tan poco biológicos como los antes descriptos, ya que obtuvieron claves sobre evolución genética debido a las similitudes que los algoritmos genéticos de las computadoras mostraron con ecosistemas naturales, en especial con respecto a fenómenos como la simbiosis, el parasitismo, las "ramas raciales" biológicas, el mimetismo, la formación funcional de los organismos con el medio ambiente y la evolución de las especies. Para coronar la particularidad de los programas se puede decir que ni sus creadores entienden del todo cómo funcionan, aunque, sin duda, funcionen.

Fuente: Scientific American.

Las chaperonas y el crecimiento

PROTEINAS DE COMPAÑIA

Por Sergio A. Lozano y Mónica Nembrot

A veces es indispensable calzarse los lentes reduccionistas para comprender. Por eso, para el positivismo científico extremo, un ser humano no es más que miles de millones de células que esconden en sus núcleos toda la información genética para sintetizar las proteínas que dan forma a su persona. En última instancia, y con los conocimientos del presente, con la unión de dos mitades de material genético de un padre y una madre verá la luz un hijo; a partir de ese cóctel de ADN que llevaría tan sólo información para sintetizar proteínas, ese bebé tomará teta, dirá ajó y después quizás, irá a la universidad a aprender y sorprenderse con que la información genética escrita en el ADN de todas y cada una de sus células enseña tan sólo a hacer proteínas y a poner gente en los laboratorios para estudiarlas.

Claro que todas estas explicaciones pueden creerse solamente en los pasillos de la facultad. El día que nace y comienza a crecer un hijo se comprueba científicamente que la magia existe y toda reducción de un ente vivo a secuencias de nucleótidos del ADN cae definitivamente en el descrédito. Pero aunque ya no se crea en eso, achicar la visión, continúa siendo un ''negocio'' porque permite abordar lo imposible. El método científico desde siempre, cuando las cosas le escapan a la explicación, establece límites para estudiar al menos algo de ese todo inabarcable: fabrica un modelo de laboratorio que, por lo menos, dé respuestas válidas para hoy. Porque la consigna es *mañana se verá*. Siempre hay tiempo —si se es lo suficientemente consciente— de ponerse más tarde unos lentes con un rango de visión más amplio. De ejemplos que validan estas palabras está llena la historia y seguramente también el futuro de la ciencia. Como ya es de público conocimiento, los científicos abocados al manejo del ADN abolieron la propiedad privada de los genes. Así las cosas, millones de bacterias se pasean orondas por los laboratorios de investigación con genes humanos a cuestas. Aunque claro que no por decisión propia sino con una utilidad específica: una bacteria con el gen humano de la insulina es una usina productora de vida para diabéticos. A partir de aquí todo parecía simple: con sólo aislar del enjambre de ADN celular humano el gen adecuado, bastaba con encajárselo a una bacteria para comenzar a producir cualquier proteína de interés médico y pasar a cobrar luego por ventanilla. Sin embargo, no es así. Pero para que alguien se dedicara a producir insulina humana en bacterias debió creer que toda la información para conformar la estructura espacial de una proteína —la insulina entre ellas— estaba la secuencia del gen que le daba origen. Debió comprar esa historia. Y aunque sirvió —y vaya cómo— este señor había comprado ficción. Aunque con la insulina la historia cierra, cuando se quiere avanzar más en la producción de proteínas humanas en el laboratorio, los lentes utilizados entonces se transforman en insuficientes.

Aunque a veces cueste imaginarlo a fuerza de la condena histórica de los libros de texto a las dos dimensiones, la vida dentro del hombre —al igual que afuera— transcurre bajo tres coordenadas. Por eso una proteína debe tomar una estructura espacial adecuada —al igual que se moldea una mano para aferrar un objeto— para poder cumplir el rol que le tocó jugar en la vida. La realidad tridimensional de las proteínas tiró por tierra a las ''futuras insulinas''. No alcanza con ensamblar los bloques constitutivos de las proteínas —los aminoácidos— para parirlas en el laboratorio porque la realidad celular es otra: una proteína para adquirir su estructura en tres dimensiones necesita la participación de otras proteínas ''helpers'' llamadas chaperonas. Estas damas de compañía se encargarían de ''vestirla'' para que pueda encarar el trabajo diario en la célula con éxito. Así, la aparición de las chaperominas en escena abrió la relación un gen —una proteína— a un triángulo amoroso que resulta indispensable para que la historia cierre. Para más datos, estos nuevos actores que no estaban en cartel cuando se miraba la ''función insulina'' con los lentes de entonces, no estarían destinados a un oscuro reparto: el estudio de las chaperonas demostró que se encuentran altamente conservadas durante la evolución, su estructura es muy similar en plantas, bacterias y animales y se piensa también que estarían involucradas en la replicación del ADN, el transporte de proteínas y las respuestas de las células al stress.

La que puso sobre la mesa lo que estaba escondido hasta entonces fue la rubisco, ribulosa bifosfato carboxilasa-oxigenasa en buen químico y primera enzima —proteína— del proceso de fotosíntesis. Mediante este mecanismo que se estudia —con ligeras variantes, claro— desde la escuela primaria hasta el posdoctorado en el MIT, las plantas transforman energía solar en química y la almacenan en forma de almidón. Esta reacción no ocurre con un aprovechamiento total del dióxido de carbono del aire, pues parte de la energía se pierde en reacciones secundarias. Algún eficientista imaginó mejorar el rendimiento de este ciclo modificando la proteína rubisco en el laboratorio para reintroducirla luego en plantas. Así daría a luz plantas transgénicas con interés económico porque serían hiperproductoras de hidratos de carbono y, por ende, poseerían mayor valor alimenticio... y económico. Para sorpresa de muchos, la rubisco no funcionaba como el conocimiento científico decía que debía hacerlo. A partir de allí comenzó a delinearse la historia oficial de las chaperonas en la ciencia: salió a la luz que muchas proteínas no son capaces de ensamblarse solas, es decir que la secuencia lineal de aminoácidos de la cadena proteica no es suficiente para que esa proteína tenga función biológica. Las chaperonas las visten, las ayudan a pararse, a tomar su postura, su estructura espacial adecuada y a unirse también convenientemente con otras proteínas. Las gafas que llevaron a la producción de insulina ya se rompieron a manos de las chaperonas y, con los lentes de hoy, el conocimiento exhaustivo de estos nuevos actores servirá, entre otras cosas, para producir más proteínas humana con utilidad médica en bacterias de laboratorio.

Eduardo Zabaleta es biólogo de la Fundación para la Investigación Biológica Aplicada (FIBA) de Mar del Plata y a veces las chaperonas le roban el sueño. Trabajando en el laboratorio del doctor Horacio Pontis y en colaboración con el doctor Luis Herrera Estrella del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional de Irapuato, México, parieron un sistema de estudio de estas nuevas invitadas de la historia científica. Mediante técnicas de biología molecular diseñaron una planta que se impide a sí misma producir sus propias chaperonas —ver recuadro—: sin ellas —sin chaperoninas— las plantas resultan enanas, con poco color, florecen tardíamente, pero son capaces de reproducirse y formar más plantas ''deformes''. La utilidad de las chaperonas salta a la vista a partir de este modelo y el conocimiento exhaustivo de ellas puede brindar respuestas no sólo en el área médica para la producción de ''futuras insulinas'' sino también para dar a luz plantas con mayor valor alimenticio a partir de la modificación de su material genético.

El manejo genético a voluntad genera la discusión ética, tanto cuando se trata de genes y características humanas —los bebés a la carta— como la creación de plantas de uso alimenticio. Enarbolando las herramientas transgénicas, existen grupos de investigación creando tomates eternos, deficientes ellos en algún paso de la maduración que por el agregado de una sustancia maduran ''cuando el cliente lo decide''. Con unos lentes más amplios que el mero interés del conocimiento científico, este tipo de ''necesidades'' nacen casi exclusivamente para crear nuevos mercados de consumo o facilitar los ya existentes, con el único objeto de generar dinero. Ahora bien, ¿eso es ciencia? ''La discusión del rol social del investigador científico es un tema pendiente que preocupa a nuestra generación'', afirma Zabaleta con la mente muy lejos de las chaperonas. ''Estamos presionando para doctorarnos, ir al exterior a perfeccionarnos, muchas veces en un tema que elegimos por decisión personal o circunstancial pero sin una orientación de tratar de ser útiles a nuestro regreso... Esta es una cuestión que no se discute, no se plantea en el ámbito académico y algunos tenemos miedo de terminar siendo simples instrumentos para que grandes empresas se enriquezcan aún más...'' La lúcida inquietud de este investigador encuentra el ejemplo de libro en caso de una científica norteamericana que trabajando para una empresa privada logró la micropropagación de plantas de palta: pudo generar gran cantidad de brotes de palta a partir de un trocito de planta. La comercialización de ''palta de laboratorio'' provocó un verdadero colapso económico en Filipinas, principal proveedora de la planta natural a Estados Unidos hasta ese momento. Final de la historia: la compañía mejoró el precio de sus acciones en la Bolsa y la científica, por su parte, abandonó la ciencia.

Hay que volver a las gafas. Porque la ciencia de hoy, y quizá la de siempre, se entromete en el terreno ético y cada vez más en el económico. Para entender las derivaciones en uno y otro sentido hay que calzarse otros lentes, no necesariamente los mismos que sirven para ''espiar'' a las sugestivas chaperonas. Porque los lentes de chaperoninas sólo sirven para eso. Y asumen al fin de cuentas y con el único objetivo de explicar el hoy, que estas señoritas —proteínas al fin— no necesitan a su vez de otras chaperonas que las vistan. Porque la cadena no terminaría nunca y no podría explicarse este presente. Entonces la mirada se cierra y estas señoritas chaperonas —por definición— se visten solas o andan desnudas por la vida. Y si no se comprende por qué a veces conviene achicar la mirada, entonces es necesario releer este artículo circular desde la primer letra cuando dice que ''A veces es indispensable calzarse los lentes reduccionistas para comprender. Por eso, para el positivismo científico extremo...''.





ENANOS Y DESCOLORIDOS

(Por Mónica Nembrot** y **Sergio A. Lozano) Parece ser que las últimas tendencias posmodernas descreen fervientemente de las plantas tradicionales —verdes y robustas— y se enrolan en el cultivo de plantas sin chaperonas: vegetales enanos y descoloridos constituyen el último grito de la moda. Pero antes de encarar la patriótica tarea de dejar un ceibo sin chaperoninas es conveniente —para simplificar el trabajo— elegir una hierba inglesa llamadas *arabidopsis* disponible, por supuesto, en cualquier vivero londinense y en la que los científicos de la Fundación para la Investigación Biológica Aplicada de Mar del Plata —ver nota central— tienen ya bastante experiencia.

Primero es necesario aislar en un tubo de ensayo el fragmento de material genético que guarda la información para sintetizar una chaperonina de *arabidopsis*. Luego basta con introducirlo en la semilla. Con sólo llegar a este paso, la planta que alguna vez verá la luz a partir de esa semilla será nada más y nada menos que una planta transgénica. Sin embargo, para obtener una planta sin chaperonas es necesario aún darle otra vuelta de tuerca como lo hicieron en la fundación marplatense. Estos investigadores idearon un suicidio amoroso aprovechándose de la buena costumbre del material genético de la célula de todo ser vivo —desde una bacteria hasta un hombre, pasando por plantas y animales— de andar por la vida en pareja: el ADN celular es la unión de dos longilíneos amantes que se complementan perfectamente y que sólo se separan cuando llega la hora de trabajar. Y este trabajo consiste en escribir una carta llamada *ARN mensajero* que viajará por la célula con la información necesaria para transformarse en una proteína. En la planta transgénica, como en cualquier hijo de vecino, entre tantas otras cartas existirá una para producir una chaperona. Pero la idea de los investigadores de la FIBA fue poner a escribir además al otro miembro de la pareja: así las cosas, el resultado es que ambas cartas serán tan complementarias entre sí como lo son aquellos que las escribieron. Pero todo terminará en suicidio: ambas se escribirán pero ninguna de las dos llegará a destino porque este tipo de romances está sólo permitido en el núcleo celular: la misma célula se encargará de ''quemar'' las cartas y la chaperona en cuestión nunca se fabricará. Mediante esta simple técnica casera es posible lucir en el living unas vistosas plantas enanas, descoloridas y deformes que florecerán tardíamente y que seguramente algún día pasarán todas estas virtudes a su descendencia.

Programas basados en algoritmos genéticos

SOFTWARE AUTOSUFICIENTE

Por Lucas Guagnini

La velocidad con que computadoras nuevas suplantan a las de tecnología más atrasada continuamente es comparable, sin temor a exagerar, a la velocidad con que la realidad cotidiana nos bombardea con mensajes contradictorios. Pero es sólo una parte del área de computación la que se renueva con semejante espectacularidad constantemente, se trata del hardware, es decir los equipos. El software, o sea los programas, avanza a la retaguardia y sólo en la medida del aumento de posibilidades que brindan los nuevos equipos, pero pocas veces sorprende con el adelanto. Pero un gran salto en el software se viene anunciando en el ambiente de los computófilos desde hace algunos años, aunque hasta ahora todas habían sido promesas. Se trata de los programas que evolucionan solos en base a algoritmos genéticos y que además son adaptables a cualquier lenguaje y marca de computadora.

Con el comienzo de la aplicación de estos programas basados en algoritmos genéticos para utilizaciones concretas que se está produciendo el software da un enorme paso (equiparable al más significativo del hardware) y abre una nueva gama de posibilidades con respecto a cómo utilizar las computadoras.

Con ejemplos concretos sus atributos quedarán más claros: la primera aplicación concreta de un programa de este tipo es el desarrollo de turbinas para los jets más poderosos, rubro que consumió dos mil millones de dólares en la investigación durante los últimos cinco años. Originalmente estas turbinas se desarrollaban sin computadoras y para alcanzar un resultado satisfactorio a un ingeniero le llevaban más de ocho semanas de diseño manual. La dificultad del trabajo se debe a que por el tipo de construcción en cilindros de rotación independiente una turbina tiene más de cien variables a ser tomadas en cuenta, cada una de las cuales puede adquirir diferentes valores, además de las múltiples combinaciones entre ellas.

Con los programas convencionales de computación la tarea ya se hizo más llevadera, un ingeniero utilizando un sistema especial de diseño por computadora tarda apenas un día en obtener una turbina con el doble de mejoras que la diseñada a mano; pero a partir de cierto nivel de dificultad los programas convencionales dejan de dar respuestas. El ''punto de estancamiento'' en el desarrollo es cuando para avanzar deberían cotejarse los resultados del cambio de gran cantidad de variables simultáneamente. Aquí es donde entran a jugar los programas de algoritmos genéticos. Estos programas no se desarrollan internamente de manera lineal (a diferencia de los otros), sino que, metafóricamente hablando, son equiparables a un paisaje. En este paisaje se plantean varios problemas simultáneamente y se generan zonas en las cuales se avanza de distintas maneras hacia diferentes hipotéticas soluciones. Luego estas soluciones se cruzan, al igual que se cruzan las matrices en la genética, manteniendo como raíz la parte de cada matriz que haya demostrado mayor habilidad para resolver el problema original y obteniendo así una nueva posibilidad de solución más completa. En tres días un programa de algoritmos genéticos desarrolló una turbina tres veces superior a la original diseñada a mano y con un 50 por ciento de mejoras sobre la desarrollada por el sistema especializado.

Si bien en cantidad (apenas un 50 por ciento mejor, cuando antes ya se había mejorado en un ciento por ciento) los logros pueden parecer magros, en calidad lo obtenido con los programas de algoritmos genéticos sería inalcanzable con sistemas comunes.

¿Y cómo sabe la computadora con qué quedarse y qué desechar? Para resolver esto también se recurrió a un sistema originario de la genética: las matrices. En cada matriz se encuentra una serie de ''reglas'' básicas como ''en caso de que pese más de 1200 kg no vuela'' o ''el plomo pesa por cantidad de kg por centímetro cuadrado''. Luego, por combinación de las matrices, la computadora deduce hasta cuántos centímetros cuadrados de plomo puede contener la turbina para poder volar y así sucesivamente. Por supuesto que éste es un ejemplo ultrasimplificado y en la matriz del plomo entraría también su resistencia a la presión, sus capacidades aleatorias, su coeficiente de dilatación y tantas otras ''reglas'' al punto que los programas llegan a contener hasta ocho mil de estas matrices (que a su vez contienen hasta una centena de reglas). La segunda flamante aplicación de otro programa basado en algoritmos genéticos (cada programa se diseña especialmente según su aplicación, aunque siempre con la misma lógica) está a punto de concretarse y será para un gasoducto gigante de los Estados Unidos que lleva gas natural del sudoeste al nordeste. La complejidad del sistema impedía hasta ahora que un programa común de computación lo controlase ya que al variar simultáneamente la demanda y la presión en varios puntos pero a niveles siempre distintos ninguna lógica analítica podía prever los pasos a seguir. Hasta el momento el sistema es manejado por humanos las veinticuatro horas, quienes resuelven los problemas que se van planteando por medio de compresores para agregar presión y válvulas para regular el paso del gas. Aparentemente el manejo quedará pronto en manos del programa de algoritmos genéticos desarrollado por David Goldberg de la Universidad de Illinois, que no solo prevé y resuelve satisfactoriamente los cambios de presión debido a variaciones de demanda, sino que en una prueba se demostró capaz de desarrollar soluciones para pérdidas accidentales en la tubería.

Por último, un programa de similares características ya está siendo probado para diseñar redes de telecomunicaciones, teniendo como ventaja fundamental que aumenta el número de potenciales datos a transmitir, y reduce la cantidad de líneas y chips necesarios para hacerlo. Pero algo más increíble que todas estas nuevas posibilidades es lo que les sucedió a los científicos observando cómo estos programas desarrollaban soluciones para problemas tan poco biológicos como los antes descriptos, ya que obtuvieron claves sobre evolución genética debido a las similitudes que los algoritmos genéticos de las computadoras mostraron con ecosistemas naturales, en especial con respecto a fenómenos como la simbiosis, el parasitismo, las ''ramas raciales'' biológicas, el mimetismo, la formación funcional de los organismos con el medio ambiente y la evolución de las especies. Para coronar la particularidad de los programas se puede decir que ni sus creadores entienden del todo cómo funcionan, aunque, sin duda, funcionen.

Fuente: Scientific American.

Adiós al cemento bolchevique

MOSCU TENDRA SU CITY

EL PAIS
de Madrid

***(Por Alexandr Kazachkov**, desde Moscú)* El año 1993 ha sido proclamado oficialmente año de la reconstrucción del centro de Moscú. El presidente de Rusia, Boris Yeltsin, ha mostrado ya su apoyo al plan, cuyo costo supera los 100.000 millones de rublos, tras serle presentado por el Consejo de Urbanismo. El proyecto forma parte de un plan general para el desarrollo de la ciudad realmente ambicioso, cuyo costo, dado el momento de crisis que atraviesa Rusia, hace muy improbable su pronta realización. De entre los proyectos enteramente nuevos destaca el de la City de Moscú, que abarcará una superficie de 110 hectáreas situada junto al río Moscova, cerca del Parlamento.

Esta zona está concebida como continuación del Centro de Comercio Internacional y su área de exposiciones, construidos por el norteamericano Armand Hammer. El autor del proyecto es Boris Tjor, que mereció el Premio Lenin al construir en 1980 el Palacio de Deportes olímpico. También diseñó el hotel Olimpic-Penta y restauró el edificio de la Embajada de España.

''La idea de este emporio de negocios surgió en 1972'', explica este arquitecto, ''y las numerosas ideas que queremos plasmar en el proyecto responden a las nuevas tendencias del intercambio empresarial''. La City moscovita incluirá un rascacielos de 126 pisos, un palacio de cristal en forma de cubo donde se establecerá la Bolsa, oficinas, bancos, hoteles, casas de apartamentos, cines, comercios y un complejo editorial, con jardines en las azoteas. La comunicación con el aeropuerto internacional se realizará mediante monorrail y estará conectado a la red del metro por dos estaciones.

El plan general de reforma del centro de Moscú, según el alcalde moscovita, Yuri Luzhkov, pretende, por un lado, dar una solución urbanística integral y humanizar el territorio enmarcado por la ronda de los Jardines (la M-30 local), que ocupa 1900 hectáreas y está formado por 444 manzanas. Por otro lado, promueve nuevos proyectos arquitectónicos de gran envergadura con el objetivo de reanimar la actividad económica, comercial y cultural en estos momentos de cambios.

Un proyecto curioso, pero no muy definido, prevé crear un inmenso espacio subterráneo debajo de la plaza Maniézhnaya, situada junto a la Plaza Roja. En 1967 recibió el nombre de plaza del Cincuentenario de la Revolución de Octubre y se colocó en el centro una piedra que marcaba el lugar del futuro monumento conmemorativo de la fecha. Pero el monumento nunca se construyó y los coches tienen que seguir dando una vuelta de casi un kilómetro para rendir homenaje al capricho de los gobernantes del pasado. Durante un tiempo se usó para celebrar mítines, tanto por la oposición comunista como por los demócratas, pero el alcalde terminó prohibiéndolos todos, y el destino de la enorme plaza céntrica quedó en el aire.

Las ideas sobran: existen proyectos para remodelar la vasta zona antes comercial, ubicada entre la Plaza Roja, el hotel Rossía y el conjunto de lo que fue el Comité Central del PCUS y ahora es sede del gobierno. Se propone construir de nuevo el templo de Cristo Salvador, la mayor catedral de la Iglesia rusa, demolida por orden de Stalin y sustituida por una gran piscina; desplegar un gigantesco centro de cultura y recreación en la punta de la isla del Kremlin formada por el río Moscova y un canal; levantar una capilla en memoria de las víctimas del totalitarismo en el lugar donde antes se alzaba el severo monumento a Félix Dzerzhinski, jefe de la temible Cheka, la precursora de la KGB.

Uno de los problemas con que se enfrentarán es la falta de mano de obra experimentada porque ''los constructores soviéticos'', según Serguei Kovalchuk, portavoz del Comité de Arquitectura de Moscú, ''ahora sólo saben construir con rapidez cajas de hormigón en medio del campo pelado''. ''El arquitecto soviético es más soñador de lo que le permite la realidad y los problemas económicos. Genera ideas brillantes, pero a la vez se aferra a los preceptos de antes.''

Boris Yeltsin dedica una atención especial a los problemas de *la ciudad de piedra blanca* desde la época en que dirigía el Partido Comunista en la capital, entre 1985 y 1987. Cuando hace unos días se reunió con los dirigentes del Ayuntamiento y los arquitectos, el presidente destacó la importancia de que se conceda vivienda a los habitantes en las mismas zonas reconstruidas. ''No quiero revivir —dijo también— la vieja tradición de los líderes que dictaban cómo construir.'' Según el presidente ruso, para atraer los medios necesarios hará falta impulsar la creación de empresas y acelerar el reparto de la propiedad urbana entre el Estado y el Ayuntamiento.

Sábado 26 de setiembre de 1992

chaperonas y el crecimiento

NAS DE COMPAÑIA



mecanismo que se estudia —con ligeras variantes, claro— desde la escuela primaria hasta el posdoctorado en el MIT, las plantas transforman energía solar en química y la almacenan en forma de almidón. Esta reacción no ocurre con un aprovechamiento total del dióxido de carbono del aire, pues parte de la energía se pierde en reacciones secundarias. Algún eficientista imaginó mejorar el rendimiento de este ciclo modificando la proteína rubisco en el laboratorio para reintroducirla luego en plantas. Así daría a luz plantas transgénicas con interés económico porque serían hiperproductoras de hidratos de carbono y, por ende, poseerían mayor valor alimenticio... y económico. Para sorpresa de muchos, la rubisco no funcionaba como el conocimiento científico decía que debía hacerlo. A partir de allí comenzó a delinearse la historia oficial de las chaperonas en la ciencia: salió a la luz que muchas proteínas no son capaces de ensamblarse solas, es decir que la secuencia lineal de aminoácidos de la cadena proteica no es suficiente para que esa proteína tenga función biológica. Las chaperonas las visten, las ayudan a pararse, a tomar su postura, su estructura espacial adecuada y a unirse también convenientemente con otras proteínas. Las gafas que llevaron a la producción de insulina ya se rompieron a manos de las chaperonas y, con los lentes de hoy, el conocimiento exhaustivo de estos nuevos actores servirá, entre otras cosas, para producir más proteínas humana con utilidad médica en bacterias de laboratorio.

Eduardo Zabaleta es biólogo de la Fundación para la Investigación Biológica Aplicada (FIBA) de Mar del Plata y a veces las chaperonas le roban el sueño. Trabajando en el laboratorio del doctor Horacio Pontis y en colaboración con el doctor Luis Herrera Estrella del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional de Irapuato, México, parieron un sistema de estudio de estas nuevas invitadas de la historia científica. Mediante técnicas de biología molecular diseñaron una planta que se impide a sí misma producir sus propias chaperonas —ver recuadro—: sin ellas —sin chaperoninas— las plantas resultan enanas, con poco color, florecen tardíamente, pero son capaces de reproducirse y formar más plantas "deformes". La utilidad de las chaperonas salta a la vista a partir de este modelo y el conocimiento exhaustivo de ellas puede brindar respuestas no sólo en el área médica para la producción de "futuras insulinas" sino también para dar a luz plantas con mayor valor alimenticio a partir de la modificación de su material genético.

El manejo genético a voluntad genera la discusión ética, tanto cuando se trata de genes y características humanas —los bebés a la carta— como la creación de plantas de uso alimenticio. Enarbolando las herramientas transgénicas, existen grupos de investigación creando tomates eternos, deficientes ellos en algún paso de la maduración que por el agregado de una sustancia maduran "cuando el cliente lo decide". Con unos lentes más amplios que el mero interés del conocimiento científico, este tipo de "necesidades" nacen casi exclusivamente para crear nuevos mercados de consumo o facilitar los ya existentes, con el único objeto de generar dinero. Ahora bien, ¿eso es ciencia? "La discusión del rol social del investigador científico es un tema pendiente que preocupa a nuestra generación", afirma Zabaleta con la mente muy lejos de las chaperonas. "Estamos presionando para doctorarnos, ir al exterior a perfeccionarnos, muchas veces en un tema que elegimos por decisión personal o circunstancial pero sin una orientación de tratar de ser útiles a nuestro regreso... Esta es una cuestión que no se discute, no se plantea en el ámbito académico y algunos tenemos miedo de terminar siendo simples instrumentos para que grandes empresas se enriquezcan aún más..." La lúcida inquietud de este investigador encuentra el ejemplo de libro en caso de una científica norteamericana que trabajando para una empresa privada logró la micropropagación de plantas de palta: pudo generar gran cantidad de brotes de palta a partir de un trocito de planta. La comercialización de "palta de laboratorio" provocó un verdadero colapso económico en Filipinas, principal proveedora de la planta natural a Estados Unidos hasta ese momento. Final de la historia: la compañía mejoró el precio de sus acciones en la Bolsa y la científica, por su parte, abandonó la ciencia.

Hay que volver a las gafas. Porque la ciencia de hoy, y quizá la de siempre, se entromete en el terreno ético y cada vez más en el económico. Para entender las derivaciones en uno y otro sentido hay que calzarse otros lentes, no necesariamente los mismos que sirven para "espiar" a las sugestivas chaperonas. Porque los lentes de chaperoninas sólo sirven para eso. Y asumen al fin de cuentas y con el único objetivo de explicar el hoy, que estas señoritas —proteínas al fin— no necesitan a su vez de otras chaperonas que las vistan. Porque la cadena no terminaría nunca y no podría explicarse este presente. Entonces la mirada se cierra y estas señoritas chaperonas —por definición— se visten solas o andan desnudas por la vida. Y si no se comprende por qué a veces conviene achicar la mirada, entonces es necesario releer este artículo circular desde la primer letra cuando dice que "A veces es indispensable calzarse los lentes reduccionistas para comprender. Por eso, para el positivismo científico extremo...".

Adiós al cemento bolchevique

MOSCU TENDRA SU CITY

EL PAIS de Madrid

(Por Alexandr Kazachkov, desde Moscú) El año 1993 ha sido proclamado oficialmente año de la reconstrucción del centro de Moscú. El presidente de Rusia, Boris Yeltsin, ha mostrado ya su apoyo al plan, cuyo costo supera los 100.000 millones de rublos, tras serle presentado por el Consejo de Urbanismo. El proyecto forma parte de un plan general para el desarrollo de la ciudad realmente ambicioso, cuyo costo, dado el momento de crisis que atraviesa Rusia, hace muy improbable su pronta realización. De entre los proyectos enteramente nuevos destaca el de la City de Moscú, que abarcará una superficie de 110 hectáreas situada junto al río Moscova, cerca del Parlamento.

Esta zona está concebida como continuación del Centro de Comercio Internacional y su área de exposiciones, construidos por el norteamericano Armand Hammer. El autor del proyecto es Boris Tjor, que mereció el Premio Lenin al construir en 1980 el Palacio de Deportes olímpico. También diseñó el hotel Olimpic-Penta y restauró el edificio de la Embajada de España.

"La idea de este emporio de negocios surgió en 1972", explica este arquitecto, "y las numerosas ideas que queremos plasmar en el proyecto responden a las nuevas tendencias del intercambio empresarial". La City moscovita incluirá un rascacielos de 126 pisos, un palacio de cristal en forma de cubo donde se establecerá la Bolsa, oficinas, bancos, hoteles, casas de apartamentos, cines, comercios y un complejo editorial, con jardines en las azoteas. La comunicación con el aeropuerto internacional se realizará mediante monorrail y estará conectado a la red del metro por dos estaciones.

El plan general de reforma del centro de Moscú, según el alcalde moscovita, Yuri Luzhkov, pretende, por un lado, dar una solución urbanística integral y humanizar el territorio enmarcado por la ronda de los Jardines (la M-30 local), que ocupa 1900 hectáreas y está formado por 444 manzanas. Por otro lado, promueve nuevos proyectos arquitectónicos de gran envergadura con el objetivo de reanimar la actividad económica, comercial y cultural en estos momentos de cambios.

Un proyecto curioso, pero no muy definido, prevé crear un inmenso espacio subterráneo debajo de la plaza Maniézhnaya, situada junto a la Plaza Roja. En 1967 recibió el nombre de plaza del Cincuentenario de la Revolución de Octubre y se colocó en el centro una piedra que marcaba el lugar del futuro monumento conmemorativo de la fecha. Pero el monumento nunca se construyó y los coches tienen que seguir dando una vuelta de casi un kilómetro para rendir homenaje al capricho de los gobernantes del pasado. Durante un tiempo se usó para celebrar mítines, tanto por la oposición comunista como por los demócratas, pero el alcalde terminó prohibiéndolos todos, y el destino de la enorme plaza céntrica quedó en el aire.

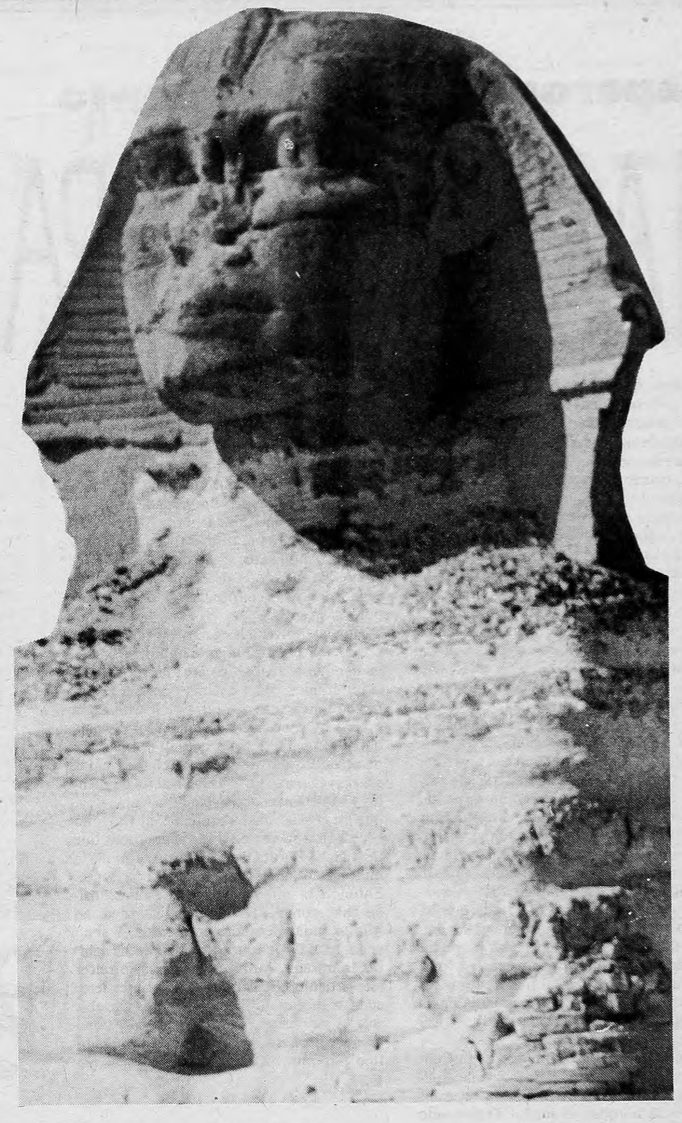
Las ideas sobran: existen proyectos para remodelar la vasta zona antes comercial, ubicada entre la Plaza Roja, el hotel Rossía y el conjunto de lo que fue el Comité Central del PCUS y ahora es sede del gobierno. Se propone construir de nuevo el templo de Cristo Salvador, la mayor catedral de la Iglesia rusa, demolida por orden de Stalin y sustituida por una gran piscina; desplegar un gigantesco centro de cultura y recreación en la punta de la isla del Kremlin formada por el río Moscova y un canal; levantar una capilla en memoria de las víctimas del totalitarismo en el lugar donde antes se alzaba el severo monumento a Félix Dzerzhinski, jefe de la temible Cheka, la precursora de la KGB.

Uno de los problemas con que se enfrentarán es la falta de mano de obra experimentada porque "los constructores soviéticos", según Serguei Kovalchuk, portavoz del Comité de Arquitectura de Moscú, "ahora sólo saben construir con rapidez cajas de hormigón en medio del campo pelado". "El arquitecto soviético es más soñador de lo que le permite la realidad y los problemas económicos. Genera ideas brillantes, pero a la vez se aferra a los preceptos de antes."

Boris Yeltsin dedica una atención especial a los problemas de *la ciudad de piedra blanca* desde la época en que dirigía el Partido Comunista en la capital, entre 1985 y 1987. Cuando hace unos días se reunió con los dirigentes del Ayuntamiento y los arquitectos, el presidente destacó la importancia de que se conceda vivienda a los habitantes en las mismas zonas reconstruidas. "No quiero revivir —dijo también— la vieja tradición de los líderes que dictaban cómo construir." Según el presidente ruso, para atraer los medios necesarios hará falta impulsar la creación de empresas y acelerar el reparto de la propiedad urbana entre el Estado y el Ayuntamiento.

Los egipcios conocían la cocaína y el tabaco

NILO, DROGA Y NICOTINA



Por Christian Kupchik

La extraña forma de las pirámides, las locuras de Cleopatra y el mágico mundo simbólico de los antiguos egipcios podrían responder a la fuerza de ciertos "estímulos externos": se ha comprobado que los habitantes del Nilo desde el inicio de los tiempos sabían *esnifar* coca, liar porro y fumar largos sin filtro. Tales revelaciones fueron dadas a conocer por la Universidad de Munich, cuyo equipo de arqueología y científico encontró, gracias a sofisticados análisis químicos, restos de cocaína, hashish y nicotina en los cabellos, huesos y otros restos pertenecientes a nueve notables que vivieron entre los años 1070 y 395 antes de Cristo. El descubrimiento sorprendió a muchos debido a que tanto a la coca como al tabaco se los consideraba plantas originarias del continente americano. Este hecho deja lugar a una serie de hipótesis que los investigadores califican de revolucionarias: o bien la coca y el tabaco prosperaban en el Africa septentrional y desaparecieron debido a mutaciones climáticas, o bien los egipcios llegaron a nuestro continente mucho antes que Colón.

El resultado positivo de los tests antidroga para detectar el cannabis, la cocaína y la nicotina sobre las momias ha sido anunciado por la profesora Gisella Grupe, jefa de grupos de investigadores de la Universidad de Baviera. Los científicos no tienen dudas sobre el resultado de los análisis, aunque se cuidan de privilegiar algunas de las posibles conclusiones deducibles del dato. Recordemos que el descubrimiento puede llegar a ser la primera confirmación de las teorías (siempre muy discutidas) del explorador noruego Thor Heyerdal, según el cual egipcios y fenicios atravesaron el Atlántico.

Tampoco es de descartar la hipótesis de que las momias de los nobles hayan sido contaminadas después de la muerte. Para la profesora Edda Bresciani, directora del Instituto de Historia del Mundo Antiguo de la Universidad de Pisa, la única explicación posible es la de la contaminación. "Hacer estudios de una momia en un laboratorio cerrado —ha explicado la científica— puede llegar a ser un trabajo muy deprimente... y tal vez una *esnifada* o un porrito hayan ayudado un poco a hacer más placentera la labor."

Mientras tanto, los fragmentos de momias giran de un laboratorio a otro, pasando por cientos de manos. La sensibilidad de los estudios físicos y químicos es tan elevada que bastan cantidades infinitesimales para llegar a resultados positivos.

"La hipótesis de un posible desembarco de los egipcios o fenicios en América latina es muy hermosa —dijo la Bresciani—, hasta el punto de que algunos han llegado a crear restos arqueológicos falsos para sostenerla, como lo demostraron las naves encontradas en Brasil. Hay muchas presiones culturales y nacionalistas sobre esta hipótesis que, de tanto en tanto, vuelve a revivir. Sin embargo, todavía no tenemos una sola prueba fehaciente de contacto entre la antigua civilización mediterránea y el mundo precolombino. Hasta ahora, han fallado todos los intentos de demostrar con la tecnología actual la travesía atlántica.

Asimismo, a la egiptóloga italiana le resulta insostenible la hipótesis de que la coca y el tabaco fueron difundidos a las áreas norteafricanas o mediterráneas para luego extinguirse. "La flora del período egipcio es bien conocida y estas plantas no estaban presentes. Por otra parte, si los egipcios conocían la coca es probable que sólo la hayan utilizado a nivel individual y no para rituales magicos o con fines medicinales. Esto no significa que el pueblo no tuviese por costumbre utilizar determinados estímulos para evadir la realidad. Hay testimonios de muchos poemas dedicados al vino y la cerveza. Inclusorendían culto a una deidad, Hathon, que representaba los efectos alcohólicos, a los que veneraban por encima de amor. No hay pruebas concretas de otros estimulantes, aunque es conocido que utilizaban semillas de opio para aromatizar el pan."

Lo cierto es que gracias a la coca, el vino o el pan, las pirámides hoy ya tienen otra perspectiva.

Arqueología submarina

BUQUE ROMANO A LA VISTA

EL PAIS de Madrid

(Por Alicia Rivera) Hace 18 siglos, un barco partió de Setúbal (Portugal) cargado de ánforas con salazón de pescado. Sería al final del verano, a juzgar por la maduración de una piña hallada dentro del casco, y se dirigía a Roma. A mitad de camino, en el paso obligado de la ruta marítima por la isla de Ibiza, naufragó. Tal vez se debió a una tempestad, o se abrió una via de agua irreparable en el casco al chocar con unas rocas poco profundas en ese punto.

Carlos León, 27 años, y Belen Martínez, 36, forrados con sus trajes de neoprene, con botellas de aire comprimido en la espalda, aletas en los pies, relojes, brújulas y manómetros en las muñecas, están preparados en la lancha neumática. Se colocan las gafas de buceo, toman pequeñas palas y cámaras de video submarinas y se tiran al agua. A 21 metros de profundidad les espera el barco que nunca llegó a Roma.

Estos dos arqueólogos subacuáticos españoles, con una veintena de colegas, han realizado esa operación todos los dias durante los pasados julio y agosto para desenterrar parte del buque, estudiarlo, medirlo y fotografiarlo. Con los datos, más la ayuda de ingenieros navales y ordenadores, intentan descubrir cómo se construyó.

La existencia del barco, el primero de la época romana que se estudia en España, se conoce desde los años sesenta, cuando un arqueólogo aficionado sacó el cargamento de ánforas, hizo unos dibujos y documentó el hallazgo.

Los restos de espinas en las paredes de las ánforas del barco, algún hueso de pescado y el conocimiento histórico de que en la desembocadura del Tajo se fabricaba salazón son buenas razones para ubicar el origen de la nave. Las huellas de su construcción apoyan la datación. "Hicimos las primeras fotos de una parte del barco y vi que tenía algunos elementos raros, diferentes de otros buques romanos excavados en el Mediterráneo; unas piezas colocadas en el casco para formar una especie de cubierta, la cantidad y colocación de los puntales o el tamaño de algunas maderas", recuerda León.

Hasta el siglo II, los romanos construían las naves con la técnica que habían heredado de los griegos y éstos de los fenicios; primero hacían el forro del barco y luego lo reforzaban por dentro con unas cuadernas, explica este especialista. "En el siglo II, el auge económico del imperio exige mayor capacidad de transporte, los carpinteros mejoran sus técnicas y en cada zona surgen soluciones de construcción naval diferente —continúa—. Este barco podría estar hecho en una zona atlántica, con cuadernas resistentes y bastante grandes para navegar en un mar más duro que el Mediterráneo."

Algunos fragmentos de madera extraída del buque han sido sometidos a análisis químicos por los restauradores; la mayoría es pino. El estudio de la dirección en que se metieron clavos y clavijas y la medición de la curvatura de las maderas son datos para una programa avanzado de ordenador creado para ingeniería naval. "Intentamos aplicar las técnicas actuales para construir un buque a la reconstrucción de este ejemplar antiguo", comenta León. "Luego utilizaremos técnicas de modelización y queremos probar una maqueta a escala de nuestro barco en un canal de ensayos para ver su hidrodinámica, su resistencia al avance, sus necesidades de propulsión, el tamaño requerido de la vela, etcétera."

"Es un barco grande, de 26 a 30 metros de eslora, es decir, el tamaño de la carabela Santa María, aunque de forma diferente; llevaría una tripulación de unas 20 personas y tendría un solo mástil central y un trinquete", dice León, cubriendo de condicionales y prudencia los detalles. No esperan encontrar restos de la vela porque la arboladura de un buque es lo primero que se pierde al hundirse.

"El sonar nos da una imagen de la superficie del fondo", explica Fernando Saez, otro arqueólogo. "Un bulto redondo, por ejemplo, da una sombra blanca en el registro que puede indicar la presencia de una piedra o de un objeto arqueológico, no lo sabemos hasta que no bajamos a comprobarlo", continúa. Seleccionaron 30 sombras de los registros del año pasado y han bajado a examinar 12, pero no han encontrado nada de interés. "Estamos experimentando con el sonar y obtenemos todavía pocos resultados", reconoce Saez.

En Ibiza no han usado el penetrador de lodos, un equipo que registra una señal electromagnética rebotada en la capa dura del fondo como un cuchillo que al cortar una tarta permite ver si hay almendras sobre el bizcocho tapadas por la nata. Forma parte del utillaje del arqueólogo subacuático, como el magnetómetro de protones, un detector de materiales magnéticos. "Estos equipos ahorran un montón de trabajo a los buceadores", dice Saez.

"Todos los datos que podamos extraer sin necesidad de bucear son positivos, por el poco tiempo que podemos estar bajo el agua y lo peligroso que es", señala Martínez.